Aus der I. Medizinischen Klinik zu München (Direktor: Prof. Dr. W. Stepp)

Der Einfluß sportlicher Leistung und des militärischen Dienstes auf den Vitamin C-Spiegel im Blut

---

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin

vorgelegt der Hohen Medizinischen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

von

Heinrich Werner Borgmann

aus München-Gladbach

Oberarzt i. d. San.-Abt. 7

1939

Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz A.G., Würzburg

Dekan: Prof. Dr. Dabelow
Referent: Prof. Dr. Stepp

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderdruck aus „Der Deutsche Militärarzt“ 1940, 6. Heft
(Verlag von Julius Springer, Berlin W 9)

Sonderdruck aus „Der Deutsche Militärarzt". 5. Jahrgang, 1940, Heft 6
(Verlag von Julius Springer, Berlin und Wien)
Printed in Germany

Aus der I. Medizinischen Klinik zu München (Direktor: Prof. Dr. W. Stepp).

Der Einfluß sportlicher Leistung und des militärischen Dienstes auf den Vitamin C-Spiegel im Blut[1, 2, 3].

Mit 9 Abbildungen.

Von **Heinrich Werner Borgmann,** Oberarzt in der San.-Abtlg. 7.

Die menschliche Ernährung hat in den Jahrtausenden der Entwicklung der menschlichen Kultur und Zivilisation mehrfach ihr Gesicht geändert. Während sie ursprünglich an Raum und Volk gebunden war, verlor sie mit der Zunahme von Handel und Verkehr, mit der Abwanderung der Landbevölkerung in die Städte und mit der Technisierung unserer Lebensverrichtungen ihren bodenständigen Charakter.

[1] Teil eines am 23. 3. 39 vor der Mil.ärztl. Gesellschaft in München gehaltenen Vortrages.
[2] D 19. [3] Eingang: August 1939.

Auch dem Menschen ging der ursprünglich vorhandene Instinkt für eine natur- und artgemäße Ernährungsweise allmählich verloren. Während auf der einen Seite der Geschmack verfeinert wurde, wurde auf der anderen die Erhaltung der wichtigsten Nahrungsbestandteile in der Zubereitung der Speisen vernachlässigt. Besonders das Raumgreifen technischer Errungenschaften zog in diesem Punkte unangenehme Folgeerscheinungen nach sich. Es steht außer Frage, daß uns das Essen vom häuslichen Herd besser schmeckt als das Essen in der Gaststätte oder aus der Gemeinschaftsküche und daß diese Hausmannskost gesünder und mit geringeren Verlusten an wichtigen Nährstoffen zubereitet wird.

RUBNER war es, der der modernen Ernährungslehre in der Berechnung des Brennwertes der Nährstoffe ihre heute noch gültige Grundlage gab. Die Ansichten allerdings über die für den gesunden Menschen notwendigen Calorien und die Zusammensetzung der Nahrung im einzelnen sind noch recht uneinheitlich. Wenn wir auch die Forderung LIEBIGS von 190 g Eiweiß, 73 g Fett und 599 g Kohlehydrate als Tagesmenge heute als zu hoch ansehen, so können wir dennoch den in entgegengesetzter Richtung liegenden Ansichten moderner Ernährungsphysiologen wie ROESE oder HINDHEDE nicht beipflichten. Wir glauben, daß die in der deutschen Wehrmacht zugrunde gelegten Zahlen des Münchener Physiologen VOIT von 118 g Eiweiß, 56 g Fett und 500 g Kohlehydrate eine auch körperlicher Anstrengung genügende Calorienzufuhr garantieren. So konnte auch ZIEGELMAYER feststellen, daß die Ernährung unserer Soldaten calorienmäßig die westfälischer Bergarbeiter nicht unerheblich übertrifft.

Im weiteren Verlauf der Erforschung der menschlichen Ernährung haben wir nun erkannt, daß die Grundlage der energetischen Betrachtungsweise nicht allein die ausschlaggebende für die Beurteilung und den Wert der Nahrung ist. Wir haben gelernt, daß neben dem Betriebsstoffwechsel durch Fett und Kohlehydrate und dem Baustoffwechsel durch Eiweiß noch ein Regelungsstoffwechsel existiert, dem in der Form von Katalysatoren die zum Teil im Körper selbst aufgebauten zum Teil von außerhalb zugeführten Regelungsstoffe dienen. Zu ihnen zählt man Fermente, Hormone, Vitamine und gewisse Mineralstoffe. Während der Aufbau der endogen gebildeten Regelungsstoffe und die Zufuhr der Mineralsalze beim gesunden Menschen bei der üblichen gemischten Kost im allgemeinen keinerlei Störungen unterliegt, sind bezüglich der Vitamine in jüngster Zeit doch nicht unerhebliche Zweifel aufgetaucht. Die Lehre von den Vitaminen oder, besser gesagt, das Problem der Vitamine ist eines der jüngsten Kinder der Medizin, und wir dürfen sicher glauben, daß es noch keineswegs abgeschlossen ist und wir noch manche neue Erkenntnisse gewinnen werden.

Wenn uns aus dem Altertum und Mittelalter Berichte über Mangelerkrankungen vorliegen, wenn wir wissen, daß z. B. Karl der Große seinen Soldaten zur Verhinderung einer Erkrankung, die unter den Zeichen von Blutungen zum Tode führen konnte, einen Aufguß von Tannennadeln verabreichte, und von Seereisen berichtet wird, auf denen durch zwangsläufig einseitige Ernährung bei Fehlen von frischem Gemüse oder Obst die Mannschaft reihenweise unter gewissen Zeichen erkrankte, die wir heute als Skorbut diagnostizieren, so ist dieses Problem als Volksernährungsproblem doch erst eine Errungenschaft unseres oder höchstens noch der zweiten Hälfte des vorangegangenen Jahrhunderts.

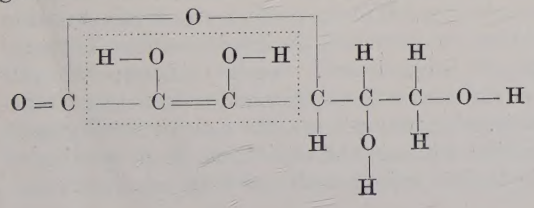
Der Europäer war es, der den reisessenden Völkern Ostasiens die Maschinen und Fertigkeiten brachte, den Reis zu schälen und ihn dadurch vielleicht schmackhafter zu machen. Aber dieser Eingriff in eine 1000jährige Kultur und Tradition eines alten Volkes blieb nicht ohne Folgen, denn es wurden dem Reis mit der Schale gewisse Bestandteile entzogen, die in der Ernährung nicht entbehrt werden konnten. Und so erkrankten namentlich die vornehmen Kreise dieser Völker, die den geschälten Reis bevorzugten, sehr bald an einer Nervenkrankheit, die man als Beri-Beri bezeichnet. Die Geschichte der Kolonialkriege wies bis vor kurzem ungeheure Verluste an Skorbuterkrankungen auf. Erst den Italienern war es im Abessinienkrieg durch systematische Maßnahmen gelungen, in ihrem Heere jegliche Erkrankungen an Skorbut zu verhindern, während bei den Abessiniern an der Somalifront allein 30000 Fälle festgestellt und behandelt wurden.

Wenn wir nun auch der Anschauung sind, daß bei unserer üblichen gemischten Kost sowohl in Gemeinschaftsküchen als auf dem häuslichen Herd das Auftreten ausgesprochener Mangelkrankheiten mit Sicherheit verhindert werden kann, so bricht sich doch mehr und mehr die Erkenntnis Bahn, daß vereinzelte und bestimmte Vitaminmangelerscheinungen, die man als hypovitaminotische Zustände bezeichnet, möglich und bekannt sind. Eines gewissen Vitamingehaltes wird unsere Kost im allgemeinen nicht entbehren, ob er aber ausreicht, um in den an Frischgemüsen armen Monaten und unter besonderen Lebensbedingungen unseren Bedarf zu decken, bleibt vorerst fraglich.

Es ist wohl sicher, daß bestimmte Blutungen, auch Zahnfäule und Zahnfleischentzündungen, Frühjahrsmüdigkeit und Abgeschlagenheit unter bestimmten Voraussetzungen als Symptome eines Vitaminmangels angesehen werden können. Genau so aber können dieselben Zeichen Ausdruck eines anderen Leidens sein. Die Paradentose kann nach Weski ebenso Ausdruck einer anatomischen oder auch funktionellen Minderwertigkeit des Gebisses wie eines internen Schadens im Sinne einer Vitaminunterernährung sein. Von Schroeder wurde darauf hingewiesen, daß bei Infektionskrankheiten ein erhöhter Vitaminbedarf besteht, von anderer Seite, daß auf der Basis des Vitaminmangels eine erhöhte Infektionsbereitschaft bestünde. Ursache und Wirkung können hier nicht immer getrennt werden. Das führte in der medizinischen Literatur über dieses Problem — die ja bekanntermaßen im Laufe der letzten Zeit sehr umfangreich geworden ist — zu gewissen Unklarheiten, und vielfach wird daher gefragt: Besteht denn überhaupt ein Vitaminproblem und wo ist dieses zu suchen?

Pies konnte bei Reihenuntersuchungen in einem Lehrlingsheim in München einen Vitamin A-Mangel nicht feststellen. Auch für die Soldatenkost, die als Gemeinschaftskost der der Lehrlingsheime verwandt ist, wird man in dieser Richtung keine Befürchtungen haben brauchen. Entgegen Ott und Burkardt sind wir der Anschauung, daß das Kommißbrot mit seiner 83%igen Ausmahlung zwar nicht gerade ein Vollkornbrot, dennoch geeignet ist, Ergänzungsstoffe des B-Komplexes in genügender Menge zuzuführen. Nach unseren Berechnungen liegt die Versorgung mit B_1 in der Soldatenernährung zwischen 1 und 2 mg pro Tag, also in der von Stepp als Optimum bezeichneten Menge. Bei erwachsenen Menschen, die sich so ausgiebig in der frischen Luft, an Licht und Sonne bewegen wie unsere Soldaten, wird man auch hinsichtlich der Vitamin D-Versorgung keine Befürchtungen hegen. Wie aber liegen die Dinge beim Vitamin C?

Das Vitamin C ist eine wasserlösliche, an der Luft oder in alkalischer oder neutraler Lösung leicht reduzierbare Substanz, die in ihrer chemischen Struktur dem Traubenzucker nahesteht und von Szent-Györgi erstmals als Hexuronsäure und später als Ascorbinsäure dargestellt werden konnte. In ihrer Strukturformel



interessiert die links von der Mitte stehende Endiolgruppe, die leicht Wasserstoff abzugeben oder aufzunehmen in der Lage ist und dadurch abwechselnd reduzierend oder oxydierend wirken kann. Leider ist der feinere Wirkungsmechanismus der Ascorbinsäurekonstitution immer noch ungeklärt. Als Hauptträger des Vitamin C in unserer Ernährung müssen bislang die Kartoffel und Frischgemüse, insbesondere grüne Salate, angesehen werden.

Bei Musterungs- und Einstellungsuntersuchungen war uns aufgefallen, daß die Männer aus Westfalen und dem Rheinland, die häufig schlechteren sozialen Verhältnissen entstammten, ein besseres Gebiß aufwiesen als die in Bayern beheimateten Soldaten. Wir konnten uns diesen Befund zunächst nicht erklären, vermuteten seine Ursache aber in einer landesmäßig anders gearteten Kost und versuchten, ihm auf die Spur zu kommen. Indem wir glaubten, den Fehler in der Bevorzugung der Fleischspeisen und Ablehnung oder zumindest Vernachlässigung von Gemüse und Kartoffeln suchen zu müssen, mußten wir mit einem Vitamin C-Mangel rechnen. Es schien uns auch unerklärlich, die Begründung für das Entstehen der dem militärischen Dienst eigenen Erkrankung der schleichenden Fraktur, des Überlastungsschadens der unteren Extremität und des Beckens nur in mechanischen Momenten suchen zu wollen, sondern es mußte hier ein anderer endogener Faktor eine ebenso bedeutende Rolle spielen.

Bei der Frage nach einem Vitamin C-Mangel mußte zunächst geforscht werden, ob dieser schon bei Eintritt in das Heer bestand, der sich dann später durch ungeeignete Ernährung, Fehler in der Zubereitung der Speisen oder durch die dem Heeresdienst eigentümlichen Verhältnisse weiter manifestierte. Wenn wir die Zahnbefunde bei der Einstellung auf einen Ernährungsfehler zurückführen wollten, dann mußte dieser vor Diensteintritt zu suchen sein. In mannigfaltigen Untersuchungen ist die Frage der Vitamin C-Versorgung der Zivilbevölkerung bereits erörtert. Pies fand in einem der von ihm untersuchten Lehrlingsheime durchaus zufriedenstellende Werte, während er bei einem anderen einen erheblichen Vitamin C-Mangel feststellen mußte. Als Ursache konnte sehr bald ein Fehler in der Zubereitung der Speisen gefunden und somit der Beweis geliefert werden, daß bei ungeeigneter Zubereitung der Speisen in Gemeinschaftsküchen C-Mangel möglich war. Sanitätshauptmann Gander der Schweizer Armee untersuchte Zivilpersonen und stellte fest, daß 92,5% der Bevölkerung an einer C-Hypovitaminose leiden und daß die Rekruten bei ihrem Eintritt in das Heer 75% des C-Mangels aus dem

Zivilleben mitbringen. Die Untersuchungen von GANDER beruhen auf der Harnabsättigungsmethode nach TILLMANS, die von verschiedenen Autoren als unzuverlässig abgelehnt wird. WACHHOLDER stellt der Methode von TILLMANS die Methode von MARTINI und BONSIGNORE (Methylenblau) und von TAUBER und KLEIN (Feststellung der Restreduktion nach Zerstörung des C mittels Blumenkohloxydase) gegenüber. Wir können uns von der Sicherheit dieser Methoden, auch der später von WACHHOLDER angegebenen Modifikation nicht überzeugen und halten deshalb zur Feststellung der Absättigung nach wie vor an der einfacheren und für diese Zwecke genügenden TILLMANS-Methode fest. Zur Bestimmung des Vitamins C-Spiegels an sich ist zweifellos nur der biologische Versuch als einigermaßen sicher anzusehen. Er ist aber umständlich, und auch die im Tierversuch gefundenen Ergebnisse sind auf menschliche Verhältnisse nicht immer unbedingt übertragbar. Wir entschlossen uns daher, unsere Untersuchungen nach der von VAN ECKELEN, EMMERIE und WOLFF angegebenen Methode zur Bestimmung des Vitamin C-Spiegels im Blut mittels Titration gegen 2,6-Dichlorphenolindophenol in saurem Milieu durchzuführen.

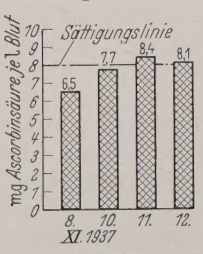


Abb. 1. Vitaminspiegel der Rekruten bei der Einstellung.

Der Gang der Bestimmung ist folgender: Das Blut soll nicht älter als 2 Stunden sein. Ungefähr 25 ccm Blut werden durch Zusatz einiger Körner Kaliumoxalat vor Gerinnung geschützt. In einem Zentrifugenglas von etwa 200 ccm Inhalt werden zu 20 ccm Blut 20 ccm 10%ige Trichloressigsäure (zur Enteiweißung) hinzugesetzt und mit einem Glasstab gut verrührt (etwa 1—2 Min.). Sodann werden 10 ccm 20%iger Quecksilberacetatlösung zur Ausfällung der neben dem Vitamin C reduzierenden Substanzen (Cystein, Ergothionein, Glutathion und Thiosulfat) hinzugefügt und schnell vermischt. Das Zuviel an Trichloressigsäure wird durch so viel Calciumcarbonat ausgeglichen, bis Kongorot nicht mehr verfärbt und Blau-Lackmuspapier rot wird. Ein geringer Überschuß an $CaCO_3$ schadet nicht. Es ist unerläßlich, die Trichloressigsäure zu neutralisieren, weil selbst nach Einleitung von H_2S die Ascorbinsäure unbeständig wäre. Es wird nun sofort zentrifugiert, filtriert und mit Schwefelwasserstoff durchströmt. Dieser ganze Vorgang darf höchstens 8—10 Min. in Anspruch nehmen. Das Substrat bleibt nun verkorkt im Dunkeln eine Nacht stehen und wird am nächsten Morgen 30 Min. mit Stickstoff oder Kohlensäure durchströmt. Sodann werden 5 ccm des Extraktes mit 1 ccm 10%iger Trichloressigsäure tropfenweise gegen 2,6-Dichlorphenolindophenol titriert. Der Endpunkt der Titration gilt als erreicht, wenn die Rotfärbung mindestens für 5 Sek. deutlich erkennbar bleibt.

Herstellung der Indicatorlösung: 100 mg pulverisiertes 2,6-Dichlorphenolindophenol (SCHUCHARDT) werden in 500 ccm Aqua dest. gelöst, kühl aufbewahrt 24 Stunden stehen lassen und sodann filtriert. Danach wird eine Messerspitze $NaHCO_3$ hinzugefügt und die Lösung gegen krist. Ascorbinsäure eingestellt, wobei 1 mg Ascorbinsäure etwa 10—11 ccm Indicatorlösung entspricht. Die Lösung ist, kühl und dunkel aufbewahrt, gut haltbar und weist nach einem Monat ungefähr nur 5% Verlust auf.

Der Autor selber gibt die Fehlergrenze dieser Methode mit höchstens 6% an. Diese Angaben konnten von SCHROEDER und der STEPPschen Klinik in ausgedehnten Untersuchungsreihen überprüft und als richtig befunden werden. VAN ECKELEN, EMMERIE und WOLFF geben für die Beurteilung des Sättigungsgrades folgende Richtlinien:

0—4 mg Ascorbinsäure/L = schlecht
4—8 mg Ascorbinsäure/L = mäßig
8—12 mg Ascorbinsäure/L = gut
Über 12 mg Ascorbinsäure/L = gesättigt

Um die Einwirkungen des militärischen Dienstes auf den Vitamin C-Spiegel und die Vitaminbilanz des Soldaten feststellen zu können, mußten wir zunächst den Vitaminspiegel der Rekruten bei der Einstellung überprüfen. Wir untersuchten daher 54 Rekruten in 4 Gruppen in einem Zeitraum von 8 Tagen nach ihrer Einstellung in das Heer.

Die Werte waren durchaus unterschiedlich, wobei auffiel, daß die niedrigsten Werte bei 4 mg Ascorbinsäure im Liter Blut, also an der Grenze zwischen schlecht und mäßig, und die besten zwischen 10 und 11 mg, also in dem Milieu, das wir als gut bezeichnen lagen. Die Durchschnittswerte schwankten innerhalb der Untersuchungstage zwischen 6,5 und 8,4 mg Ascorbinsäure im Liter Blut. Wenn die Einzelwerte natürlich auch durch die jeweils verabfolgte Kost beeinflußt waren, so glaubten wir, aus dem Ergebnis dennoch einige allgemeine Überlegungen anstellen zu können. Durch mehr oder weniger ausgiebige Feiern und unregelmäßigen Lebenswandel kurz vor dem Einrücken in das Heer ist eine gewisse Belastung erkennbar, die als körperlicher und seelischer Shock sich in den anfänglich niedrigeren Werten ausdrückt. Mit der Regelmäßigkeit des Lebens und dem zunächst noch leichten Dienst steigen die Werte an, um erst bei größerer, vor allen Dingen sportlicher Beanspruchung wiederum eine Abwertung zu erfahren. Wir waren also schon hier auf den Einfluß körperlicher Tätigkeit auf den Vitaminspiegel hingewiesen. Auch GANDER hat mit der Harnabsättigungsmethode ähnliches festgestellt. GANDER untersuchte nahezu 100 Soldaten auf ihr Vitamin C-Defizit und fand dabei, daß ein Defizit zwischen 50 und 3000 mg, im Durch-

schnitt 1600 mg, bestand. Auffallend an diesen Untersuchungen war, daß 2 Sanitätssoldaten, die an der militärischen Ausbildung nicht oder nur gering beteiligt waren, kein oder nur ein auffallend kleines Defizit aufwiesen. GANDER glaubte daraus ebenfalls auf eine Beeinflussung des Vitamin C-Spiegels durch körperliche Leistung schließen zu können. Ähnliche Untersuchungen hat auch WACHHOLDER angestellt, die zu gleichen Schlüssen wie GANDER führten.

Wir überprüften nun das Verhalten des Vitamin C-Spiegels bei sportlicher Beanspruchung mit der Methode der Blutuntersuchung. Es standen uns hierzu Medizinstudenten im 2. Dienstjahr zur Verfügung, die nunmehr nach Abschluß der Waffenausbildung dem Sanitätsdienst zugeteilt waren. Diese Männer waren keineswegs untrainiert, sondern es handelte sich um körperlich gut und gleichmäßig durchgebildete junge Menschen, die sportlich teilweise auf guter Höhe standen. Sie wurden in 4 Gruppen zu je etwa 10 Mann eingeteilt. Um die Abhängigkeit des Vitamin C-Spiegels von der Nahrung und eine Störung dieserseits von vornherein und mit Sicherheit auszuschließen, erhielten 2 Gruppen 1 Woche lang vor dem anzustellenden Versuch täglich 1 Tablette Cebion, also 50 mg synthetischer Ascorbinsäure zusätzlich zu der übrigen Kost.

Die 1. Gruppe, die zusätzlich Cebion erhalten hatte, vollführte nun Langstreckenläufe zwischen 3000 und 10 000 m. Das Ergebnis überraschte in mehrfacher Beziehung. Es fiel auf, daß die Senkung des Vitamin C-Spiegels im Blut, wobei das Blut sofort nach dem Lauf bis $^3/_4$ Stunden später entnommen wurde, schon durch einen 3000 m-Lauf — eine Leistung, wie sie in jedem Truppensport täglich gefordert werden kann und auch gefordert wird — mit 23% Verlust nicht unerheblich ist. Die Leute waren außerdem angewiesen, den Lauf in ruhigem Tempo durchzustehen und sich keinesfalls in ein Wettlaufen einzulassen. Es konnte daher auch festgestellt werden, daß bei Beendigung des Laufes keiner der Männer über die Norm ausgepumpt war. Es setzte nun in Erstaunen, daß bei der erheblich größeren Leistung eines 10 km-Laufes der Verlust mit 21% nur in derselben Höhe lag. Es scheint also nicht die absolute Größe der Leistung, sondern das durch die körperliche Anstrengung überhaupt gestörte Gleichgewicht, das diesen Ausschlag verursacht, und es muß erwartet werden, daß bei größeren Leistungen der Körper in der Lage ist, diese Störung seines Vitamin C-Gleichgewichtes zu kompensieren und weitere Verluste zunächst zu verhindern. Das Abfallen der Vitamin C-Werte überhaupt kann nicht etwa als eine Ausschwemmung überflüssiger oder gespeicherter C-Mengen angesehen werden, da logischerweise dann derjenige Läufer mit dem höchsten C-Spiegel auch die größten Verluste aufweisen müßte. Die Tatsache, daß die Versuchsperson 4 bei einem 5000 m-Lauf und bei durchaus abgesättigten

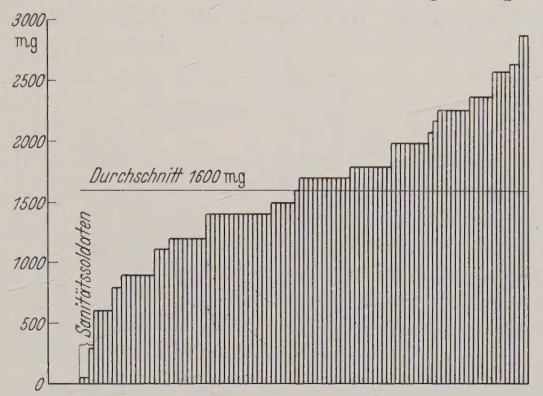


Abb. 2. C-Hypovitaminosen bei 97 Soldaten nach GANDER.

Werten nur 6% ihres Ascorbinsäurespiegels einbüßt, führt uns zur Annahme einer individuellen Typenunterteilung der Widerstandsfähigkeit des Vitamin C-Blutspiegels, wobei diese Resistenz möglicherweise eine Parallelerscheinung der WACHHOLDERschen Typenunterteilung nach der Nierenausscheidungsschwelle darstellt.

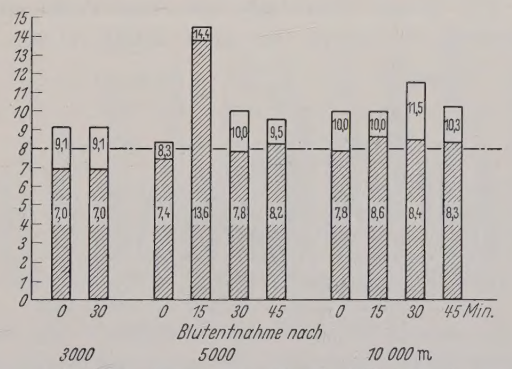


Abb. 3. Veränderung des Vitamin C-Blutspiegels nach Langstreckenlauf.

Zum 2. Versuch wurden nun 2 Gruppen herangezogen, von denen die eine ebenfalls 1 Woche lang 50 mg Cebion zusätzlich erhalten hatte, während die andere unbelastet war. Beide Gruppen vollbrachten einen 30 km-Reisemarsch ohne Gepäck, ebenfalls eine durchschnittliche infanteristische Leistung.

Bei einem Mittelwert von 8,9 mg Ascorbinsäure im Liter Blut vor dem Marsch trat ein Verlust von 3,3 mg oder 37% ein. Dieser Versuch beweist zunächst, daß, ob mit oder ohne Belastung von 50 mg Cebion täglich kein nennens-Unterschied besteht. Er bestätigt ebenso, daß

der C-Verlust von der ursprünglichen Höhe des Spiegels durchaus unabhängig ist und, wie die Vp. 7 beweist, durch die individuell verschiedene C-Resistenz im Blut bedingt sein kann.

Es fällt an diesem Versuch besonders auf, daß diese Dauerleistung mit einer Abnahme um 37% diejenige beim 10 km-Lauf mit 21% erheblich

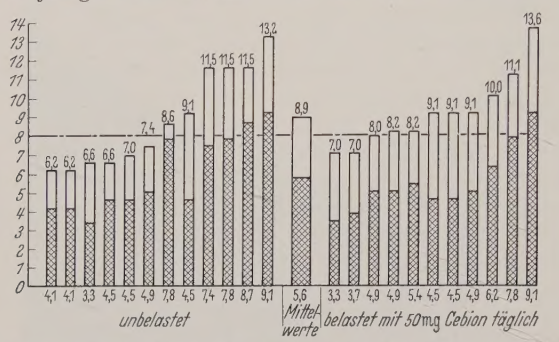


Abb. 4. Vitamin C-Spiegel im Blut vor und nach 30 km-Marsch.

übertrifft. Es wurden zu diesem Versuch allerdings 23 Versuchspersonen herangezogen, während das Ergebnis beim 10 km-Lauf von nur 4 Personen gewonnen wurde.

Im 3. Versuch interessierte uns nun die Frage: Wie lange braucht der Körper bei einer mittleren Leistung, um den entstandenen Verlust wieder auszugleichen?

Wir ließen daher die uns zur Verfügung stehende 4. Gruppe, die kein Cebion erhalten

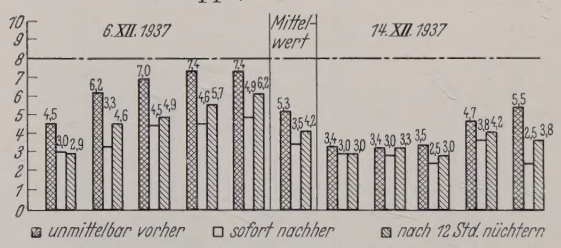


Abb. 5. Vitamin C-Spiegel im Blut bei 5000 m-Lauf. (3. Bestimmung nach 12 Stunden.)

hatte, einen 5 km-Lauf vollführen und bestimmten den C-Spiegel im Blut vor dem Lauf, sofort nach dem Lauf und 12 Stunden später, nachdem zwischen der 2. und der letzten Bestimmung das Abendbrot eingenommen war und die Nachtruhe lag. Bei einem anfänglichen Mittelwert von 5,3 mg Ascorbinsäure im Liter Blut trat auch hier durch den Lauf eine Verminderung um 34% ein. Das Ergebnis vom nächsten Morgen setzte erheblich in Erstaunen, denn der Ausgangswert war keineswegs erreicht, sondern lag mit 1,1 mg oder 20% bedeutend unter demselben. Es war also demnach der durch den 5 km-Lauf hervorgerufene Vitamin C-Verlust bei normaler Abendkost und Nachtruhe gerade knapp zu 39% ausgeglichen.

In einem 4. Versuch stellten wir nun noch eine weitere Gruppe von 5 Medizinstudenten zusammen, um nach noch längerer Erholungspause nochmals den Vitamin C-Spiegel zu überprüfen. Es wurden wieder 5 km gelaufen und vor und sofort nach dem Lauf die Ascorbinsäure im Blut bestimmt.

Es ergab sich, daß durch den Lauf ein durchschnittlicher Verlust von 1,64 oder 22% eingetreten war. Zwischen der 2. und 3. Untersuchung lag nun eine Zeitspanne von 28 Stunden. In dieser Zwischenzeit hatten die Versuchspersonen zwei Mittagessen und je eine Abend- und Morgenkost eingenommen. Außergewöhnliche körperliche Arbeiten wurden nicht ausgeführt. Das Ergebnis war völlig unerwartet. Im Gegensatz zu der wenigstens teilweisen Erholung aus dem vorhergehenden Versuch herrscht hier ein völlig uneinheitliches Bild. Die Versuchspersonen 1 und

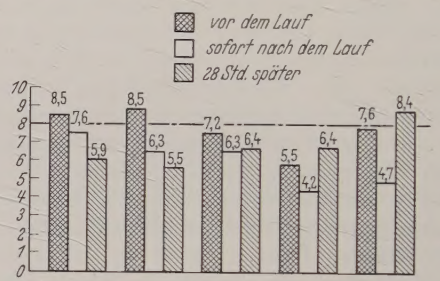


Abb. 6. Vitamin C-Spiegel im Blut nach 5000 m-Lauf. (3. Bestimmung nach 28 Stunden.)

2 sanken erheblich weiter ab, die Vp. 3 hielt das Niveau, und lediglich 4 und 5 boten das Bild, das wir eigentlich erwartet hatten, sie hatten sich in der Zwischenzeit erholt und den Ausgangswert sogar überstiegen. Wie ist dieses unterschiedliche Verhalten nun zu erklären? Wir hatten auch schon in den vorigen Versuchen den Soldaten aufgetragen, sich in ihrer Lebensführung und insbesondere auch im Essen keinerlei Beschränkungen aufzuerlegen, uns aber immer genaue Kostschemen einreichen lassen. Während die Vp. 1, 2, 3 und 5 einer Gemeinschaftsverpflegung unterworfen waren, hatte die Vp. 4 in einer Privatküche reichlich Vitamin C-haltige Nahrung erhalten. Warum aber die Vp. 5 bei der gleichen Kost wie 1—3 den Wert so vorzüglich ausgeglichen hat, konnte zunächst nicht erklärt werden. Warum sinken die Vp. 1 uns 2 nach so langer Erholungspause weiter ab? Wir glauben uns das folgendermaßen erklären zu müssen. Die Kost war zu Beginn des Versuches in genügender Weise mit Vitamin C angereichert. Das beweist der Ausgangswert von 8,5 mg Ascorbinsäure im Liter Blut. Es handelte sich nun bei diesen 5 Medizinstudenten um Männer, die sportlich weniger gut trainiert

waren als die uns in den früheren Untersuchungen zur Verfügung gestandenen Versuchspersonen. Der aktive Dienst bei der Truppe lag bei diesen schon längere Zeit zurück. Durch den Lauf nun ist das Vitamingleichgewicht gestört. Trotzdem tritt die Reaktion verhältnismäßig langsam ein und ist beim Abschluß des Laufes noch keineswegs beendet. Es erscheint sogar naheliegend, daß beim Abbau der Ermüdungsstoffe und beim Umbau der in den Muskeln angefallenen Milchsäure das Vitamin C in fermentativer Weise eingreift und sein eigener Abbau erst viel später beendet ist. Uns scheint dieses Ergebnis auch der Beweis dafür, daß das Vitamin C nicht im Sinne Rietschels als sich selber nicht oder nur wenig verbrauchender echter Katalysator wirkt, sondern eher im Sinne Schroeders als Zwischenakzeptor im Ablauf der Oxydations- bzw. Dehydrierungsvorgänge, der durchaus in der Lage ist, bei erhöhten Verbrennungsprozessen einen Teil seiner Substanz und zwar einen nicht zu geringen irreversibel umzusetzen. Wir glauben daher auch nicht an eine vollständige Rückreduktion der Dehydroascorbinsäure in die Ascorbinsäure nach Abschluß eines biologischen Vorganges, denn selbst wenn man das annehmen wollte, wäre dieser Vorgang unwirksam, wenn es dem Körper nicht gelingt, seinen Vitaminspiegel nach einer Leistung wie einem 5 km-Lauf in 28 Stunden wieder einzustellen.

Wachholder hat diese Frage ebenfalls eingehend untersucht und gefunden, daß die reduzierte Ascorbinsäure vom Blutplasma in die Muskulatur übertritt, dort beim Stoffwechsel dehydriert und aus dem Unvermögen neuerlicher Reduktion wieder an das Blut abgegeben wird, um vermutlich dann in der Leber zur reduzierten Form zurückgeführt zu werden. Wachholder ist dabei der Anschauung, daß ein Teil der Ascorbinsäure sich nicht völlig reversibel verhält, sondern irreversibel weiteroxydiert und damit verbraucht wird. Er hat dieses Ergebnis nicht allein durch chemische Untersuchungen an Blut und Muskulatur- sondern auch im Tier, und Menschenversuch überprüfen und bestätigen können.

Die Erklärung für das Verhalten der Vp. 5 glauben wir vorerst ebenfalls nur in der von uns angenommenen Typenunterteilung der Vitamin C-Resistenz suchen zu können. In ähnlichem Sinne drückt sich auch v. Wendt aus, der betont, daß die Gegenwart von reichlich Vitamin C eine höhere Arbeitsbereitschaft des Organismus schafft, die die Stoffwechselprozesse in einem Umfang erleichtert, der für die Abwehrbereitschaft des Körpers gegen Umwelteinflüsse entscheidend ist.

Nach diesen überaus imponierenden Einflüssen körperlicher Betätigung auf den Vitamin C-Haushalt interessierte uns naturgemäß die Einwirkung des täglichen militärischen Dienstes auf den Vitamin C-Stoffwechsel. Wir untersuchten zu diesem Zweck 6 Sanitätsoffizieranwärter, die im 2. Monat ihrer Rekrutenausbildung standen, und fanden an einem Tage, der

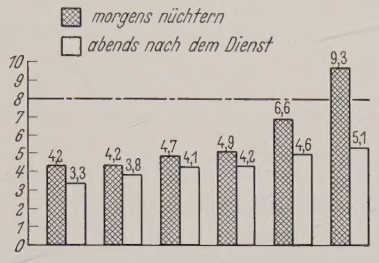


Abb. 7. Tagesschwankung des Vitamin C-Spiegels im Blut bei normalem militärischen Dienst.

sportlich wie militärisch keine besonderen Anforderungen stellte, einen Verlust von 1,5 mg oder 27% als Durchschnittswert für den täglichen Dienst.

Somit war also bei sportlicher Betätigung als auch bei den dem Militärdienst eigentümlichen Verhältnissen ein erheblicher Einfluß auf den Vitamin C-Stoffwechsel im Körper nachgewiesen. Es mußte uns daher interessieren, zu wissen, wie

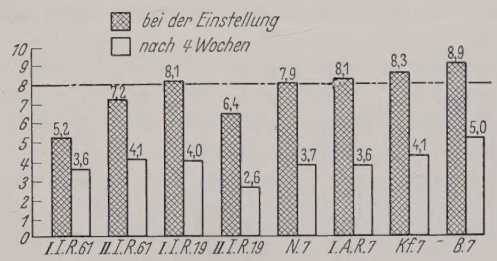


Abb. 8. Untersuchungen des Vitamin C-Spiegels im Blut bei Rekruten 4 Wochen nach der Einstellung.

sich die Vitamin C-Bilanz der im Herbst eingestellten Rekruten während der Militärdienstzeit änderte. Wir untersuchten daher unsere 54 Rekruten, deren Vitamin C-Spiegel wir schon bei der Einstellung überprüft hatten, nochmals und fanden, daß der Vitaminspiegel, der vorher an der Grenze zwischen mäßig und gut zum Teil sogar im Bereich des als gut zu bezeichnenden Milieus lag, nunmehr in den Bereich der Grenze zwischen schlecht und mäßig abgesunken war und teilweise Werte erreichte, die als ausgesprochen schlecht angesehen werden mußten. Es war dabei auffällig, daß die infanteristischen Truppenteile einen wesentlich höheren Verlust zu verzeichnen hatten als motorisierte oder technische Einheiten. Der Verlust innerhalb dieser 4 Wochen betrug nicht weniger als 3,8 mg

Ascorbinsäure im Liter Blut oder 50% im Durchschnitt, wobei Einzelwerte von 2,3 mg festzustellen waren.

Durch den Einsatz Österreich war es uns nun leider nicht möglich, den weiteren Verlauf des Vitamin C-Spiegels der Rekruten innerhalb der Ausbildungszeit zu verfolgen. Die Tatsache aber, daß die 2jährigen Soldaten im Herbst wiederum durchaus befriedigende Werte aufweisen, beweist, daß irgendeinmal der Ausgleich

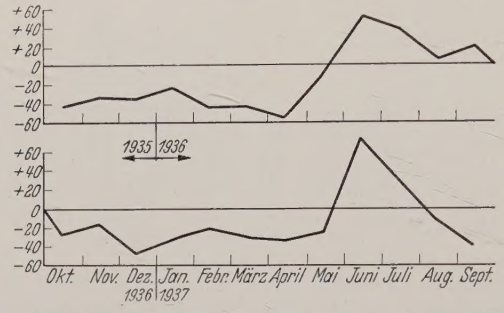


Abb. 9. Jahreszeitliche Vitamin C-Schwankung dargestellt nach Berechnungen von GANDER.

eintreten muß. So konnte auch GANDER in 2jähriger Untersuchung feststellen, daß der Vitaminspiegel erheblichen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist, wobei im Sommer ein ausgesprochenes Maximum einem Minimum in den Monaten November bis April Platz macht. Die aus dieser Erkenntnis sich ergebenden Folgerungen für die Zusammensetzung der Nahrung in der Gemeinschaftsküchenverpflegung während der kritischen Monate liegen auf der Hand.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden:

1. Daß durch sportliche Leistung, wie 3—10 km Läufe, durch 30 km-Marsch und durch den täglichen militärischen Dienst der Vitamin C-Spiegel im Blut erhebliche Einbuße erleidet, die zwischen 21 und 37% schwankt,

2. daß diese Verluste in 28stündiger Erholungspause bei üblicher Gemeinschaftsküchenverpflegung noch nicht ausgeglichen sind,

3. daß das Auftreten von Defizitwerten bei einzelnen im diametralen Gegensatz zu einer individuell besonders gearteten C-Resistenz im Blut steht,

4. daß ein Teil des C irreversibel im Stoffwechsel verloren geht und nur durch C-reiche Nahrungsaufnahme ersetzt werden kann,

5. daß der Vitamin C-Spiegel erheblichen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist.

6. Die Untersuchungen wurden nach der von VAN ECKELEN, EMMERIE und WOLF angegebenen Methode zur Bestimmung der Ascorbinsäure im Blut ausgeführt.

Schrifttum.

BICKEL: Brotnahrung 1937. — BIRCHER: Soldatenkost, 1936. — DILLER: Veröff. Mil.san.wes. H. 106. — v. ECKELEN, EMMERIE, WOLFF: Z. Vitaminforsch. **1937**, H. 2. — ERTEL: Grundlagen der deutschen Volksernährung, 1938. — GANDER: Studien über den Vitamin C-Stoffwechsel im Militär. Als Manuskript vervielfältigt, 1937. — JEZLER u. NIEDERBERGER: Klin. Wschr. **1936 I**, 710. — KRAMER: Dtsch. Mil.arzt **1938**, 465. — OTT: Angew. Chemie **1938**, 537. — Z. Heeresverw. **1938**. — RIETSCHEL: Dtsch. med. Wschr. **1938 II**, 1382 u. 1693. — PIES: Ernährung **1938**, 316. — PIES u. SCHROEDER: Münch. med. Wschr. **1938 I**, 1114. — SCHROEDER: Dtsch. med. Wschr. **1938 I**, 469. — SCHROEDER: Zbl. inn. Med. **1937**, 626. — SCHNEIDER: Die Vitamine in der Chirurgie, 1937. — STEPP, KÜHNAU, SCHROEDER: Die Vitamine und ihre klinische Anwendung, 1937. — STEPP: Ernährungslehre, 1939. — WACHHOLDER u. HAMEL: Klin. Wschr. **1937 II**, 1105, 1740; **1938**, 5. — v. WENDT: Das C-Vitaminproblem, 1939.

Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz A.G., Würzburg.

Lebenslauf.

Ich, Heinrich Werner Borgmann, bin als Sohn des Oberstudiendirektors Dr. Heinrich Borgmann und seiner Ehefrau Else, geb. Voß, in München-Gladbach am 23. Februar 1912 geboren. Ich besuchte in Malchin in Mecklenburg die Grundschule und legte dort auf dem Realgymnasium im März 1930 die Reifeprüfung ab. Ich studierte sodann Medizin an der Universität Freiburg, Wien und Rostock, wo ich im Herbst 1932 meine ärztliche Vorprüfung machte. Nach weiteren sechs klinischen Semestern in Innsbruck, Königsberg und Freiburg legte ich dort am 19. Oktober 1935 die ärztliche Prüfung ab. Sodann trat ich als Sanitätsoffizier-Anwärter in das Heer ein und wurde nach Ableistung meiner Rekrutenausbildung am 1. Mai 1936 Unterarzt. Ich bin am 30. April 1937 approbiert, wurde am 1. Mai 1937 zum Assistenzarzt und am 1. Februar 1938 zum Oberarzt befördert.